

PENGENALPASTIAN PARASIT MALARIA

(Identification of Malaria Parasite)

Oleh

Syed Muhamad Hatmi Bin Syed Zainal Abidin

Disertasi ini dikemukakan kepada

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan untuk ijazah dengan
kepujian**

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN ELEKTRONIK)

ABSTRAK

Dalam bidang perubatan, terdapat juru analisis bagi menganalisis dan mengeluarkan data daripada sampel sel darah. Sampel-sampel ini akan dikelaskan dan dianalisis bagi mengesan sebarang penyakit. Walau bagaimanapun bagi manusia, untuk melaksanakan kerja ini dalam lingkungan masa yang lama dan sampel yang banyak adalah memenatkan. Ini menyebabkan masalah kesilapan analisis kerap berlaku. Seorang juruteknik makmal memerlukan satu tempoh masa yang agak lama bagi memeriksa satu sampel. Kepekaan mata manusia adalah dalam lingkungan 40 peratus sahaja dan seorang juruteknik makmal hanya boleh menganalisis tidak lebih daripada 20 sampel sehari bagi mengelakkan bacaan yang salah. Sebagai penyelesaiannya, pembangunan perisian yang boleh menganalisis setiap sampel sel darah amat diperlukan bagi mengatasi masalah ini. Perisian ini akan memeriksa keseluruhan sampel berdasarkan kriteria-kriteria sesuatu penyakit. Bagi projek ini, kriteria-kriteria ataupun ciri- ciri bagi parasit malaria perlu dipertimbangkan bagi mengenalpasti dan mengesahkan sama ada suatu sampel darah mengandungi parasit malaria ataupun tidak. Setelah kehadiran parasit malaria dikesan, bilangan parasit yang terdapat dalam satu imej sampel sel-sel darah akan dikira bagi menentukan jumlah parasit malaria yang terdapat dalam sampel tersebut. Perisian yang dibangunkan ini akan melaksanakan analisis terhadap sampel menggunakan teknik pemprosesan imej yang diimplementasikan menggunakan pengaturcaraan berorientasikan objek *C++ Builder*. Dengan penggunaan sistem ini, ralat semasa pengenalpastian dilakukan akan dapat dikurangkan dan lebih banyak sampel dapat diperiksa berbanding dengan kaedah biasa.

ABSTRACT

In the medical field we have the technicians to analyze all the data acquired from test sample. All of this sample will then sorted and analyze for any symptom of diseases. So, for a human eye to do this work for hours and hundreds of sample is very tedious and tiring. Also cases of error in diagnosis will commonly occur. Lab technician need to spend at least half an hour to scan each slide and this is very time consuming. Sensitivity of the human eye is only about forty percent. Even so, technicians can read not more than 20 slides per day because this leads to eye fatigue and incorrect reading. As the solutions, the development of software to analyze each sample of blood is needed to overcome this problem. The software will work to scan the entire sample according to the symptom or criteria of malaria parasites. For this project, the criteria's and characteristic of the malaria parasite must be considered to identify whether the sample of blood is affected by the malaria parasite. After the parasites have been detected, the amount of the parasite will be count to determine the total amount of malaria parasite in the blood sample. This software will act like any human technicians or analyzer would do. This is done by analyzing the sample using the technique of image processing which will be implementing in a C++ Builder-object oriented programming. With the use of the system, it should reduce any error in diagnosis. Also we can analyze much more sample than any average human eye would do.

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan keizinanNya dapatlah saya menyiapkan projek yang bertajuk 'Sistem Pengenalpastian Parasit Malaria' menggunakan *C++ Builder* pada masa yang telah ditetapkan.

Pertama sekali sekalung penghargaan dan jutaan terima kasih ingin saya ucapkan kepada Professor Madya Puan Umi Kalthum Bt. Ngah selaku penyelia yang telah banyak memberikan tunjuk ajar, nasihat dan bimbingan kepada saya dalam melaksanakan dan menyiapkan projek ini. Setinggi-tinggi penghargaan juga diberikan kepada Pensyarah dan kakitangan di Jabatan Mikrobiologi USM Kubang Kerian terutamanya kepada Dr. Zeehaida yang banyak membantu saya terutamanya bagi mendapatkan imej-imej parasit malaria.

Seterusnya ucapan terima kasih ditujukan kepada rakan-rakan seperjuangan terutamanya kepada Mohd Zainul Ariffin, Mohd Hamadi dan Khairul Azha yang telah banyak memberikan sokongan, buah fikiran dan bantuan kepada saya selama ini. Juga tidak dilupakan kepada kedua ibu bapa saya yang sentiasa memberikan sokongan moral dan dorongan untuk saya menyiapkan projek ini. Tidak ketinggalan juga kepada seluruh kakitangan Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik yang banyak memberikan bantuan kepada saya sepanjang menyiapkan projek ini.

Akhir sekali saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu saya untuk menjayakan projek ini secara langsung mahupun tidak langsung. Segala jasa baik dan bantuan yang dihulurkan akan menjadi ingatan dan kenangan sepanjang hayat.

Syed Muhamad Hatmi Syed Zainal Abidin

Mac 2005

KANDUNGAN

Muka Surat

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	iv
KANDUNGAN	v
SENARAI RAJAH	viii
SENARAI JADUAL	x

BAB 1 PENGENALAN

1.1	Pendahuluan.....	1
1.2	Objektif dan Skop Projek.....	1
1.3	Langkah Langkah Perlaksanaan Projek.....	3
1.4	Penutup.....	5

BAB 2 KAJIAN ILMIAH

2.1	Pendahuluan.....	6
2.2	Parasit Malaria.....	6
2.2.1	Kitar Hidup Parasit Malaria.....	7
2.2.2	Sel Darah Merah.....	11
2.3	Pemprosesan Imej.....	12
2.3.1	Memaniplulasi Imej Digit.....	13
2.3.2	Teknik Pemprosesan Imej.....	13
2.3.3	Histogram.....	15

2.4	Algoritma Pemrosesan Imej.....	18
2.4.1	Peruasan Imej.....	18
2.4.2	Algoritma Pengiraan Parasit Malaria.....	20
2.5	Perisian	23
2.5.1	<i>Borland C++ Builder v5.0</i>	24
2.5.2	Kelebihan <i>Borland C++ Builder v5.0</i>	26
2.6	Penutup.....	27

BAB 3 PERLAKSANAAN SISTEM PENGENALPASTIAN

3.1	Pendahuluan.....	28
3.2	Sistem Yang Dibangunkan.....	29
3.2.1	Perolehan Imej.....	30
3.2.2	Memanggil Imej.....	31
3.2.3	Maklumat Imej.....	31
3.2.4	Menganalisis Data Imej.....	33
3.2.5	Pembilangan Parasit Malaria.....	34
3.2.6	Mengeluarkan Keputusan.....	35
3.2.7	Mengeluarkan Keputusan Secara Automatik.....	35
3.3	Penutup.....	35

BAB 4	KEPUTUSAN	
4.1	Pendahuluan.....	36
4.2	Keputusan Pengenalpastian	
4.2.1	Tingkap Utama.....	37
4.2.2	Memanggil Imej.....	39
4.2.3	Menganalisis Data Imej.....	40
4.2.4	Mengeluarkan Keputusan.....	42
4.3	Penutup.....	48
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan Keseluruhan.....	49
5.2	Cadangan Reka bentuk Masa Hadapan.....	50

RUJUKAN

LAMPIRAN A

SENARAI RAJAH

Muka Surat

BAB 1	PENGENALAN	
	Rajah 1.1	Langkah-langkah pelaksanaan projek.....4
BAB 2	KAJIAN ILMIAH	
	Rajah 2.1	Kitar hidup parasit malaria.....8
	Rajah 2.2	Contoh imej sel darah untuk ujian ' <i>thick blood smears</i> '9
	Rajah 2.3	Contoh imej sel darah untuk ujian ' <i>thin blood smears</i> '9
	Rajah 2.4	Sel darah merah.....11
	Rajah 2.5	Contoh beberapa jenis histogram.....17
	Rajah 2.6	Antaramuka <i>Borland C++ Builder v5.0</i>25
BAB 3	PERLAKSANAAN SISTEM PENGENALPASTIAN	
	Rajah 3.1	Carta alir ringkas pelaksanaan sistem.....29
	Rajah 3.2	Contoh imej sel darah yang akan digunakan.....30
BAB 4	KEPUTUSAN	
	Rajah 4.1	Tingkap utama perisian yang dibina.....37
	Rajah 4.2	Paparan tingkap untuk memilih fail imej.....39
	Rajah 4.3	Paparan tingkap anak bagi fail imej yang Dipanggil.....39
	Rajah 4.4	Contoh histogram yang dibentuk.....40
	Rajah 4.5	Antaramuka untuk memasukkan nilai ambang.....41
	Rajah 4.6	Contoh imej yang terhasil selepas analisis ambang dilaksanakan.....41

Rajah 4.7	Keputusan yang diperolehi daripada fail sampel imej 1.....	43
Rajah 4.8	Keputusan yang diperolehi daripada fail sampel imej 2.....	44
Rajah 4.9	Keputusan yang diperolehi daripada fail sampel imej 3.....	45
Rajah 4.10	Keputusan yang diperolehi daripada fail sampel imej 4.....	46
Rajah 4.11	Keputusan yang diperolehi daripada fail sampel imej 5.....	47

SENARAI JADUAL

Muka Surat

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

Jadual 2.1	Ringkasan bagi peringkat pertumbuhan spesis parasit malaria.....	10
------------	---	----

Bab 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Teknik-teknik pemrosesan imej telah banyak digunakan dalam dunia moden sekarang terutamanya dalam bidang kejuruteraan dan perubatan. Dalam bidang perubatan contohnya, teknik ini digunakan untuk pelbagai kegunaan terutamanya bagi membantu ahli perubatan mempercepatkan proses mendapatkan data ataupun maklumat yang mempunyai ketepatan yang tinggi daripada imej-imej perubatan pesakit. Selain itu, dengan penggunaan pelbagai perisian yang dapat mengesan penyakit secara terus daripada imej perubatan seperti imej sampel sel darah pesakit, imej x-ray dan sebagainya, ia juga dapat membantu ahli perubatan terutamanya dalam mengelakkan bacaan yang silap, lebih-lebih lagi dengan jumlah pesakit yang semakin meningkat saban hari. Dengan adanya perisian seperti yang dibangunkan ini, diharap sedikit sebanyak masalah kelewatan membuat pengenalpastian penyakit dapat diatasi dan pesakit akan mendapat rawatan yang lebih cepat.

1.2 Objektif dan Skop Projek

Secara amnya, projek yang dijalankan ini merupakan sebahagian daripada syarat pengijazahan dan melatih pelajar melaksanakan sesuatu projek terutamanya dari aspek perancangan, menyelesaikan masalah, pengurusan masa dan juga mengaplikasikan pengetahuan yang dipelajari sebelum ini. Secara khususnya pula, projek ini adalah bertujuan untuk membuat analisis terhadap imej sampel sel darah manusia bagi mengenalpasti sama ada sampel sel darah tersebut mengandungi parasit malaria ataupun tidak dan menentukan bilangan parasit malaria tersebut. Pengenalpastian dan pembilangan adalah dilakukan secara terus menggunakan imej-imej sel darah melalui perisian yang dibangunkan dalam projek ini. Dalam projek ini, satu perisian dibina bagi tujuan tersebut dan melalui perlaksanaan projek ini, diharapkan kerja pengenalpastian

dan pembilangan parasit malaria dapat dipercepatkan. Selain itu, perisian yang dibina juga diharapkan dapat meningkatkan ketepatan pembilangan parasit tersebut yang sebelum ini dilakukan secara manual menggunakan mikroskop. Dengan cara ini, rawatan yang sesuai dan segera dapat diberikan kepada pesakit berdasarkan analisis yang dibuat.

Kaedah atau algoritma pemprosesan imej yang diperkenalkan dalam projek ini diimplementasikan dengan menggunakan perisian *C++ Builder v5.0*. Disebabkan imej sampel sel darah yang diproses disimpan dalam format *bitmap*, maka aturcara yang dibina akan memanipulasi imej jenis *bitmap*. Perisian yang dihasilkan akan diimplementasikan ke atas imej sampel sel darah yang diperolehi daripada makmal Jabatan Mikrobiologi Universiti Sains Malaysia Kampus Kesihatan Kubang Kerian.

1.3 Langkah-Langkah Pelaksanaan Projek

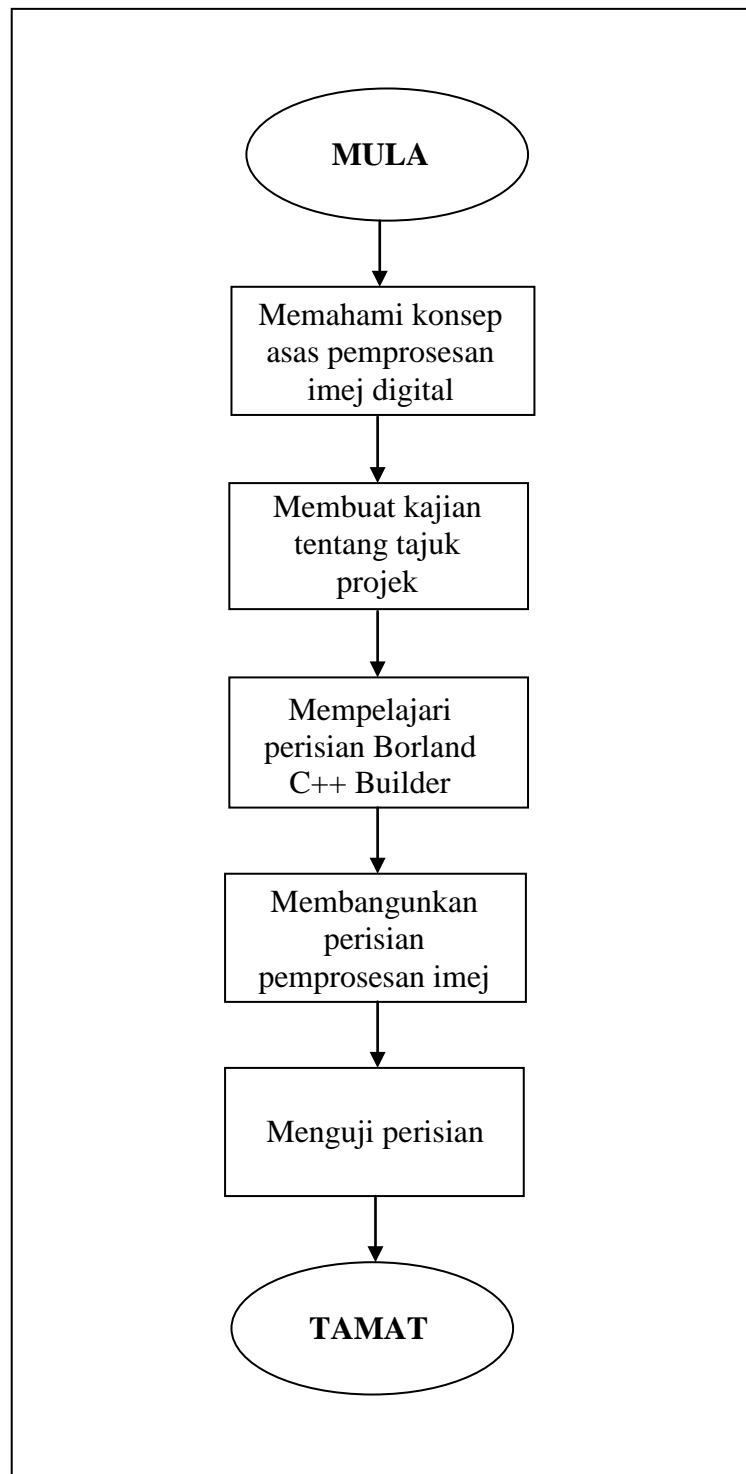
Bagi melaksanakan projek ini, beberapa langkah penyelidikan telah diambil. Antaranya termasuklah mempelajari dan memahami bahasa pengaturcaraan yang akan digunakan dalam projek ini melalui buku-buku yang berkaitan dan juga membuat pencarian melalui Internet. Perisian pembangun yang digunakan dalam pembinaan perisian untuk projek ini ialah *Borland C++ Builder v5.0*. Selain mempunyai kelebihan bahasa *C++* seperti '*Object Oriented Programming*' (*OOP*), ia juga merupakan produk '*rapid application development*' (*RAD*) bagi pembinaan aplikasi menggunakan bahasa *C++*. *C++ Builder* dapat digunakan untuk menulis program *C++* dengan lebih cepat dan mudah. Oleh kerana penggunaannya adalah mudah dan menjimatkan masa, maka pemprosesan dan manipulasi imej sel darah dapat dilakukan dengan cepat dan efektif.

Selain itu kajian juga dilakukan terhadap parasit malaria merangkumi jenis-jenisnya dan juga peringkat-peringkat perkembangannya. Ini adalah penting bagi mengenalpasti ciri-ciri setiap jenis parasit malaria di mana ia mungkin berguna dalam melaksanakan projek ini. Bagi tujuan ini, selain pembacaan, maklumat turut dikumpulkan melalui perbincangan dengan pensyarah dan juruteknik jabatan mikrobiologi di Kampus Kesihatan USM Kubang Kerian. Di samping itu kaedah manual bagi membuat pengenalpastian dan kaedah membilang parasit malaria dalam sel

darah turut dipelajari di makmal jabatan mikrobiologi tersebut bagi mengetahui cara parasit malaria dikesan menggunakan mikroskop. Ini adalah penting kerana imej untuk projek ini diperolehi secara terus daripada slaid sampel sel darah yang di analisis melalui mikroskop tersebut. Melalui pembelajaran ini juga, konsep bagi mengenalpasti parasit malaria pada imej sel darah dapat difahami secara lebih mendalam lagi dan ini akan banyak membantu terutamanya bagi menentukan kaedah terbaik pengesanan dan pembilangan parasit malaria yang akan digunakan dalam perisian yang dibangunkan.

Pemahaman mengenai algoritma yang digunakan untuk memproses imej sampel sel darah turut ditingkatkan melalui pembacaan buku dan jurnal pemprosesan imej digital bagi diimplementasikan dalam perisian yang hendak dibina. Ini termasuklah pengenalan kepada istilah-istilah yang berkaitan dengan pemprosesan imej seperti paras kelabu dan sebagainya. Kemudian, teknik-teknik pemprosesan imej yang berkaitan dengan projek ini pula dikaji bagi menentukan cara yang terbaik untuk diterapkan di dalam perisian yang akan dibina.

Selepas itu, semua kajian yang dibuat akan diimplementasikan pada perisian yang dibina. Fungsi-fungsi asas perisian seperti konsep *Parent & Child*, membuka fail imej, menyimpan fail dan memaparkan imej pada skrin akan dibina terlebih dahulu. Setelah fungsi-fungsi asas selesai dibina, teknik-teknik pemprosesan imej dimasukkan ke dalam perisian satu demi satu. Selepas perisian siap dibina, pengujian dilakukan bagi menentukan ketepatan dan kesahihan keputusan yang diperolehi. Pengubahsuaian juga mungkin perlu dilakukan ke atas teknik-teknik pemprosesan imej tersebut untuk memberikan keputusan yang lebih baik. **Rajah 1.1** menunjukkan carta aliran langkah-langkah pelaksanaan projek dari awal hingga projek disiapkan.



Rajah 1.1: Langkah – langkah pelaksanaan projek

1.4 Penutup

Dalam bab ini, penerangan yang diberikan adalah meliputi gambaran ringkas tentang perjalanan keseluruhan projek yang dilaksanakan. Penerangan yang lebih terperinci akan diterangkan dalam bab-bab berikutnya. **Bab 2** laporan ini akan menerangkan mengenai kajian-kajian ilmiah yang telah dilakukan sepanjang menyiapkan projek ini. Ia termasuklah kajian mengenai parasit malaria, pemprosesan imej, algoritma-algoritma pemprosesan imej dan juga perisian *Borland C++ Builder v5.0*. Dalam **Bab 3** pula, laporan adalah meliputi penerangan mengenai pelaksanaan sistem pengenalanpastian. Ini termasuklah rekabentuk sistem yang dibangunkan dan algoritma yang diimplementasikan dalam perisian yang dibangunkan. Seterusnya, keputusan-keputusan yang diperolehi daripada pembangunan projek ini akan dibincangkan dalam **Bab 4**. Keputusan ini termasuklah hasil akhir yang dikeluarkan oleh perisian dan juga contoh keputusan yang diperolehi. **Bab 5** pula merupakan bab terakhir di mana ia meliputi kesimpulan keseluruhan projek yang dilaksanakan dan juga cadangan-cadangan bagi meningkatkan projek pada masa depan.

Bab 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pendahuluan

Dalam melaksanakan sesuatu projek, kajian adalah amat penting sekali bagi memastikan projek tersebut selaras dengan objektif ataupun matlamat yang telah digariskan sebelumnya. Kajian yang dibuat akan menjadi panduan dan rujukan supaya projek dapat dilaksanakan mengikut cara yang betul dan menepati apa yang diinginkan. Melalui kajian ilmiah juga, pemahaman tentang aspek-aspek yang terlibat bagi suatu projek dapat ditingkatkan dan seterusnya, projek dapat disiapkan dengan lancar dan tersusun.

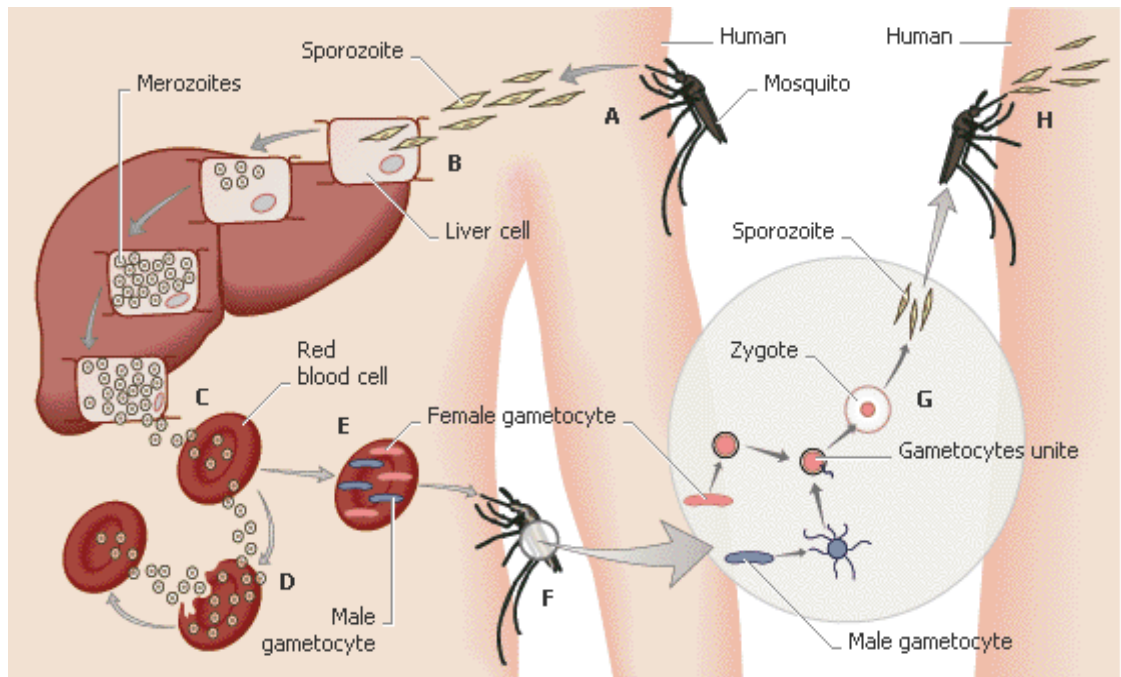
2.2 Parasit Malaria

Sama ada suka atau tidak, nyamuk adalah sebahagian daripada kehidupan manusia yang dibunuh apabila ia cuba menggigit. Malaria merupakan satu penyakit bawaan nyamuk tiruk yang boleh menyebabkan kematian jika tidak dirawat dengan segera. Pertubuhan Kesihatan Dunia (WHO) menganggarkan 270 juta jangkitan baru malaria berlaku di seluruh dunia dengan lebih 2 juta kematian di mana 25 peratus daripadanya melibatkan kematian kanak-kanak di negara-negara Afrika. Malaria merupakan penyakit endemik yang merebak terutamanya di negara-negara tropika di seluruh dunia. Terdapat empat spesis utama parasit malaria iaitu *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, and *Plasmodium ovale*. [4] *P. falciparum* adalah spesis parasit malaria yang paling memudaratkan kerana spesis ini boleh menyebabkan kematian. *P. vivax* juga merupakan satu lagi spesis utama yang menyebabkan berlakunya penyakit malaria dan ianya banyak dikesan di Asia Tenggara dan Amerika Selatan. Walaupun *P. vivax* jarang menyebabkan kematian, tetapi pesakit yang dijangkiti dengan parasit ini akan mengalami kesakitan yang teruk dengan beberapa tanda-tanda klinikal seperti anemia.

2.2.1 Kitar Hidup Parasit Malaria

Malaria adalah penyakit yang disebabkan oleh satu sel parasit yang dikenali sebagai *Plasmodium*. Parasit ini dipindahkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk tiruk (*Anopheles*) betina. Parasit *Plasmodium* melengkapkan kitar hidupnya sebahagiannya di dalam tubuh manusia dan sebahagian lagi di dalam nyamuk. **Rajah 2.1** menunjukkan kitar hidup parasit Malaria. Penerangan mengenai kitar hidup parasit [8] ini adalah seperti berikut:

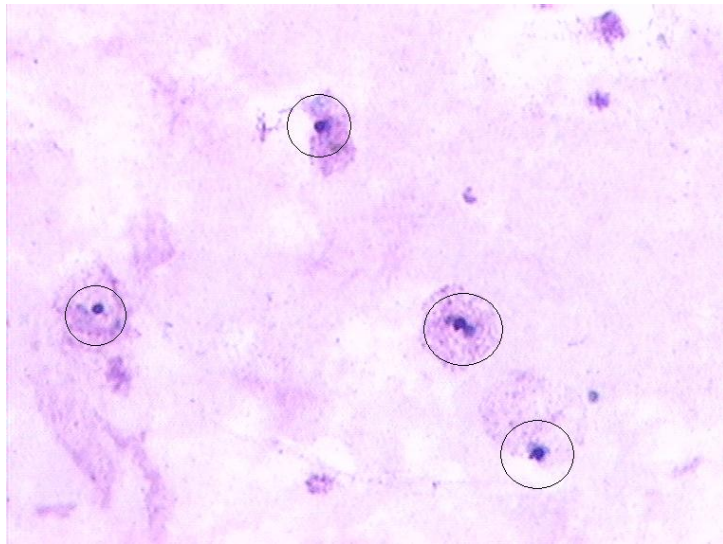
- (A) Nyamuk yang membawa parasit malaria memindahkan sel yang dikenali *sporozoite* ke dalam sistem darah manusia melalui gigitan.
- (B) *Sporozoite* bergerak ke hati. Setiap *sporozoite* mengalami pembiakan aseks dimana nukleus terbahagi kepada dua membentuk dua sel baru dikenali *merozoite*.
- (C) *Merozoite* memasuki sistem saluran darah dan menjangkiti sel darah merah.
- (D) Di dalam sel darah merah, *merozoite* membiak bagi menghasilkan lebih banyak lebih banyak *merozoite* di mana ini akan menyebabkan sel darah merah pecah. Sebahagian daripada *merozoite* yang baru dihasilkan akan bergerak untuk menjangkiti sel darah merah yang lain.
- (E) Sesetengah *merozoite* membentuk jantina yang dikenali *gametocit* jantan dan betina.
- (F) Nyamuk lain mengigit manusia yang telah dijangkiti dan memindahkan *gametocit*.
- (G) Di dalam nyamuk, *gametocit* menjadi matang. *Gametocit* jantan dan betina menjalani pembiakan seks dan membentuk *zigot*. *Zigot* mengganda bagi membentuk *sporozoit* yang akan bergerak ke kelenjar liur nyamuk.
- (H) Jika nyamuk tersebut mengigit manusia yang lain, kitar ini akan berulang kembali.



Rajah 2.1: Kitar hidup parasit malaria

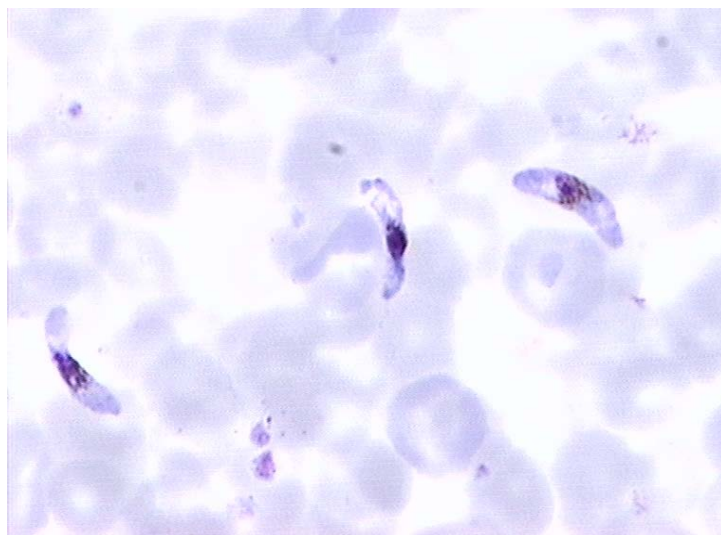
Di Malaysia, hanya tiga spesis parasit yang biasa dikesan iaitu *P. falciparum*, *P. vivax*, dan *P. malariae*. Terdapat dua ujian untuk mengenalpasti parasit ini yang biasa dijalankan di dalam makmal iaitu ujian ‘*thick blood smears*’ dan ujian ‘*thin blood smears*’. Kedua –dua ujian ini perlu dilakukan bagi membuat pengenalpastian dan menentukan bilangan parasit malaria dalam sel darah.

Ujian ‘*thick blood smears*’ dilakukan bagi mengira bilangan parasit dalam satu sampel sel darah bagi menentukan ketumpatan parasit Malaria per sel darah merah. Ujian ini dilakukan dengan meletakkan slaid sel darah pada mikroskop dan melalui mikroskop tersebut, parasit malaria akan dibilang bagi menentukan jumlahnya. **Rajah 2.2** berikut menunjukkan contoh imej sel darah untuk pembilangan tersebut. Bulatan-bulatan pada imej menunjukkan parasit-parasit yang dikesan.



Rajah 2.2: Contoh imej sel darah untuk ujian '*thick blood smears*'

Ujian '*thin blood smears*' pula dilakukan bagi membuat pengenalpastian spesies parasit malaria yang menjangkiti sel darah merah. Juru uji akan meletakkan slaid sel darah merah pada mikroskop dan melihat melalui kanta pembesar pada mikroskop tersebut bagi menentukan spesies malaria dan peringkat pertumbuhannya dalam sel darah yang dijangkiti. **Rajah 2.3** berikut menunjukkan contoh imej sel darah untuk ujian '*thin blood smears*'.



Rajah 2.3: Contoh imej sel darah untuk ujian '*thin blood smears*'

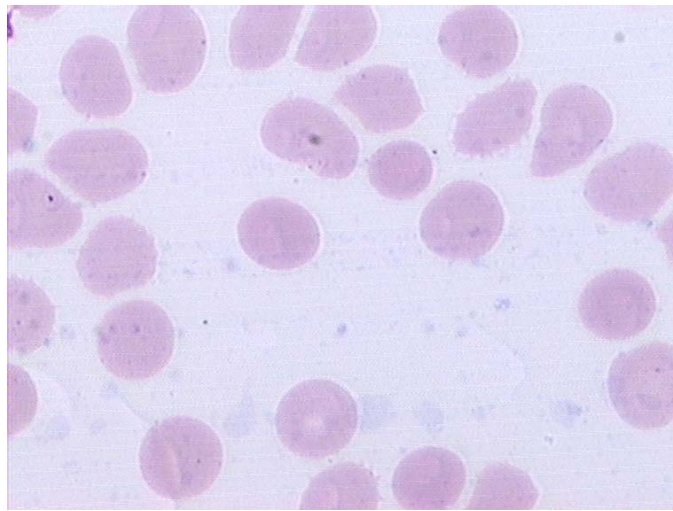
Terdapat tiga peringkat bagi parasit Malaria di dalam sel darah merah iaitu *Trophozoit*, *Skizon* dan *Gametosit*. Bagi spesis *P. Falciparum*, peringkat yang biasa ditemui ialah *Thopohozoit* dan *Gametosit*. Peringkat *Skizon* jarang ditemui bagi spesis ini. Bagi spesis *P. vivax* pula, peringkat yang biasa ditemui ialah peringkat *Thopohozoit* dan *Skizon*. Peringkat *Gametosit* jarang ditemui untuk spesis ini. Bagi *P. malariae* pula peringkat yang biasa ditemui ialah peringkat *Thopohozoit* dan jarang ditemui pada peringkat *Skizon* dan *Gametosit*. Ringkasan bagi peringkat pertumbuhan spesis ini diberikan melalui **Jadual 2.1** di bawah.

Jadual 2.1: Ringkasan bagi peringkat pertumbuhan spesis parasit malaria

Spesis parasit	Peringkat pertumbuhan dalam sel darah
<i>P. Falciparum</i>	Biasa ditemui: i. <i>Thopohozoit</i> ii. <i>Gametosit</i> Jarang ditemui: i. <i>Skizon</i>
<i>P. vivax</i>	Biasa ditemui: i. <i>Thopohozoit</i> ii. <i>Skizon</i> Jarang ditemui: i. <i>Gametosit</i>
<i>P. malariae</i>	Biasa ditemui: i. <i>Thopohozoit</i> Jarang ditemui: i. <i>Skizon</i> ii. <i>Gametosit</i>

2.2.2 Sel Darah Merah

Sel darah merah ataupun eritrosit adalah pembawa oksigen utama kepada sel dan tisu badan. Parasit Malaria memasuki sel darah merah di dalam saluran darah manusia yang dijangkiti dan mengganda menyebabkan sel tersebut pecah. Pemusnahan sel darah merah menyebabkan berlakunya tanda tanda dijangkiti Malaria seperti seram sejuk dan demam. **Rajah 2.4** di bawah menunjukkan contoh sel darah merah yang normal.



Rajah 2.4: Sel darah merah normal

2.3 Pemrosesan Imej

Pemrosesan imej secara digital merupakan suatu kaedah yang amat berkesan dalam konteks memperolehi maklumat dan memanipulasi imej. Dalam perkembangan sains dan teknologi yang pesat, pelbagai peralatan penangkapan imej digital telah direkabentuk. Alatan-alatan tersebut kini telah mencapai tahap kualiti yang amat tinggi dan dengan ini berupaya membekalkan imej digital yang jauh lebih berkualiti dari imej analog. Namun, isu yang utama bukanlah sekadar memperolehi imej yang lebih berkualiti tetapi lebih kepada kebolehan imej digital untuk diproses dengan menggunakan teknologi digital. Bab ini akan membincangkan beberapa isu utama mengenai pemrosesan imej digital khususnya imej digital paras kelabu.

Projek yang dilaksanakan ini secara keseluruhannya terlibat dengan teknik-teknik memproses dan memanipulasi imej digital. Takrif untuk pemrosesan imej ialah kaedah memanipulasikan gambar atau imej yang melibatkan pengiraan dan pengubahsuaian nilai piksel melalui penggunaan komputer. Pertama sekali, gambar atau imej yang hendak diproses akan ditukarkan dari bentuk fizikal ke bentuk digital dalam format *bitmap*. Terdapat beberapa cara yang boleh digunakan bagi melaksanakan tujuan ini. Antaranya termasuklah penggunaan kamera digital dan pengimbas.

Imej adalah satu nilai aturan dua dimensi yang mengandungi spesifikasi kekuatan isyarat pada suatu kedudukan ruang tertentu. Untuk mendigitkan imej bagi tujuan pemrosesan imej digital, imej harus melalui proses persampelan dan proses pengkuantisasi (*quantization*) untuk menghasilkan imej digital. Antara konsep-konsep penting untuk bidang pemrosesan imej digital ialah pengetahuan asas tentang imej digital, jenis algoritma pemrosesan imej digital dan paras kelabu.

2.3.1 Memanipulasi Imej Digit

Manipulasi imej digit merupakan suatu istilah yang menerangkan pengubahsuaian dan perubahan yang dilakukan terhadap sesuatu imej bagi mencapai tujuan sesuatu algoritma. Secara umumnya, algoritma- algoritma yang diimplementasikan antara lain adalah bagi mencapai tujuan- tujuan berikut :

- i. Menjadikan imej-imej lebih jelas.
- ii. Memperbaiki kecerahan dan keamatan imej semasa memaparkannya.
- iii. Membahagikan imej mengikut segmen kepada bahagian-bahagian seperti bahagian objek atau latar belakang.
- iv. Mengekod imej ke dalam bentuk yang lebih berkesan untuk tujuan pengstoran.

2.3.2 Teknik Pemprosesan Imej

Terdapat 4 jenis teknik pemprosesan imej digital yang umum dan biasa digunakan iaitu teknik pemprosesan titik, pemprosesan ruang, pemprosesan bingkai dan pemprosesan geometri [3].

2.3.2.1 Pemprosesan Titik

Teknik pemprosesan titik ialah asas kepada kebanyakan operasi pemprosesan imej digital. Nilai piksel di dalam imej akan diubahsuai bergantung sepenuhnya kepada nilai piksel itu sendiri. Nilai piksel akan digantikan oleh nilai baru berdasarkan nilai asal piksel tersebut. Nilai piksel jiran masih tetap dan tidak dipengaruhi oleh pemprosesan titik. Hubungan ruang pada imej tidak berubah selepas pemprosesan titik. Jadi, maklumat yang terdapat pada imej juga tidak berubah.

2.3.2.2 Pemprosesan Ruang

Teknik pemprosesan ruang menggunakan sekumpulan piksel yang pada imej untuk memperolehi maklumat mengenai imej tersebut. Kumpulan piksel ini dikatakan berjiranan. Jiran selalunya merujuk kepada piksel-piksel yang bersentuhan dengan piksel yang dikehendaki, dengan kedudukan piksel yang dikehendaki itu berada di tengah-tengah kesemua jirannya. Proses pengiraan yang biasanya digunakan untuk pemprosesan ruang ialah min, varians dan konvolusi. Ini bermakna min atau varians paras kelabu untuk sembilan piksel jiran akan dikira untuk menentukan paras kelabu piksel asal atau piksel tengah.

2.3.2.3 Pemprosesan Bingkai

Teknik pemprosesan bingkai mengubah nilai piksel di dalam sesuatu imej berdasarkan kepada nilai piksel yang wujud di dalam satu atau lebih imej yang lain. Pada kebiasaannya, teknik ini akan menggunakan dua imej sebagai input iaitu salah satu imej sebagai rujukkan dan satu lagi untuk diubahsuai.

2.3.2.4 Pemprosesan Geometri

Pemprosesan geometri akan mengubah susunan atau kedudukan piksel-piksel di dalam sesuatu imej. Susunan dan kedudukan piksel boleh diubah melalui teknik pembesaran dan pemutaran imej. Ini bermakna maklumat yang terdapat pada imej telah diubahkan. Sesuatu imej mungkin akan memberikan maklumat tambahan setelah ia melalui kaedah penukaran geometri.

2.3.3 Histogram

Histogram suatu imej merupakan satu set nombor yang menerangkan jumlah piksel dalam suatu imej yang berada pada suatu nilai paras kelabu yang tertentu. Dua teknik histogram yang sering digunakan ialah penyamaan histogram dan penspesifikasi histogram. Kedua-dua operasi penskalaan peringkat kelabu dan penyamaan histogram bertindak pada setiap piksel dalam imej, menukar nilai peringkat kelabu piksel. Operasi ini boleh dilakukan pada keseluruhan imej atau pada satu kawasan tempatan dalam satu imej. Bagi projek yang dibangunkan ini, teknik histogram digunakan untuk menentukan jumlah piksel suatu imej pada nilai paras kelabu yang tertentu. Ini bertujuan untuk menentukan satu nilai ambang yang paling sesuai bagi melaksanakan peringkat peruasan imej secara perambangan dalam projek ini nanti.

2.3.3.1 Pengiraan Histogram

Dalam projek ini, imej yang diproses mempunyai 256 peringkat kelabu iaitu daripada julat 0 yang mewakili warna hitam sehingga 255 yang mewakili warna putih. Setiap nilai ini boleh diwakili oleh satu integer 8-bit, G_i , dengan i mewakili peringkat kelabu ke- i [4].

Dengan menganggap suatu imej mempunyai jumlah n_t piksel dan menganggap n_i sebagai bilangan piksel dalam imej itu yang mempunyai nilai peringkat kelabu G_i . Maka, histogram untuk imej itu ditakrifkan seperti persamaan 2.1 dibawah [4],

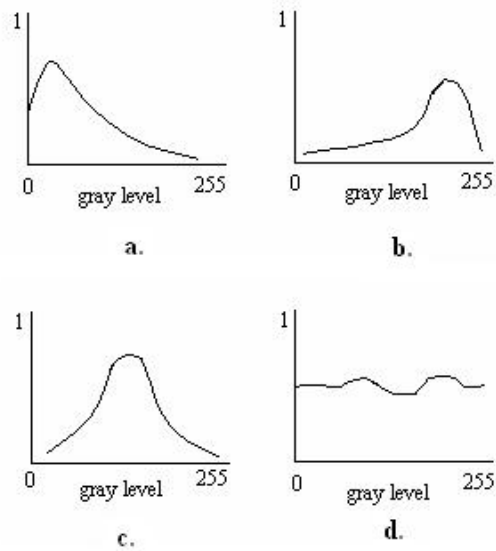
$$h_i = \frac{n_i}{n_t}, \quad \text{dengan } i = 0 \text{ hingga } 255. \quad (2.1)$$

Terdapat beberapa ciri yang penting bagi histogram [4]. Yang pertama ialah h_i memberi kebarangkalian bagi satu piksel, $Pr(G_i)$, dalam satu imej yang mempunyai peringkat kelabu ke- i . Yang kedua ialah jumlah kesemua komponen histogram adalah bersamaan dengan 1.

$$\sum_{i=0}^{255} h_i = 1. \quad (2.2)$$

Antara fungsi histogram ialah, maklumat suatu imej boleh diperolehi secara terus daripada histogram yang dibentuk untuk imej tersebut. Lokasi puncak pada histogram memberi kecerahan relatif untuk imej, manakala kelebaran puncak ini memberi maklumat tentang kontras imej itu.

Rajah 2.5 menunjukkan empat jenis histogram yang sering diperolehi dalam suatu imej. Kebanyakan piksel pada histogram dalam **Rajah 2.5a** mengandungi peringkat kelabu yang bernilai hitam. Ini adalah keputusan bagi suatu imej yang gelap. **Rajah 2.5b**, secara songsang, mempunyai kebanyakan piksel pada bahagian yang cerah. Ini menunjukkan suatu imej yang terang. Dalam **Rajah 2.5c**, kebanyakan piksel berada pada peringkat kelabu 128, menunjukkan imej yang mempunyai kecerahan biasa. Dalam **Rajah 2.5a, b, dan c**, kebanyakan piksel berada pada satu kawasan yang kecil sahaja. Ini adalah ciri yang biasa terdapat pada imej yang mempunyai kontras yang rendah. **Rajah 2.5d** menunjukkan histogram bagi satu imej yang mempunyai kecerahan biasa dan peringkat kontras yang tinggi. Tambahan pula, piksel dalam imej ini adalah tertabur secara seragam.



Rajah 2.5: Contoh beberapa jenis histogram

Untuk mengira histogram dari suatu imej, satu *array* yang bersaiz sama dengan jumlah bilangan peringkat kelabu dan *array* itu dimulakan dengan nilai 0. Imej itu kemudian diimbas piksel demi piksel, dan peringkat kelabu piksel digunakan sebagai indeks kepada *array* itu, elemen *array* ini ditambah 1 setiap kali piksel yang sama peringkat kelabu diimbas. Selepas seluruh imej diimbas, nilai *array* itu adalah n_i . Histogram h_i boleh didapati dari persamaan (2.1).

2.4 Algoritma Pemrosesan Imej

Setelah penerangan diberikan mengenai ciri- ciri dan teknik- teknik yang berkaitan dengan pemrosesan imej digital, maka adalah sesuai untuk kita menilai algoritma- algoritma yang telah diimplementasikan dalam perisian projek ini. Pemilihan algoritma pemrosesan imej yang betul amat penting dalam melaksanakan pembangunan perisian ini kerana setiap algoritma ini mempunyai fungsi-fungsi yang berlainan. Algoritma- algoritma ini boleh digolongkan dalam beberapa kumpulan algoritma pemrosesan imej yang umum iaitu Peningkatan Imej (*'Image Enhancement'*), Pengubahsuaian Imej (*'Image Modification'*), Pengesanan Pinggir (*'Edge Detection'*), Peruasan Imej (*'Image Segmentation'*) dan Analisis Bentuk (*'Shape Analysis'*).

2.4.1 Peruasan Imej

Dalam pemrosesan imej digital, peruasan imej berfungsi membahagikan sesuatu imej digital kepada kumpulan - kumpulan piksel yang bersentuhan supaya imej tersebut dapat dianalisiskan dan diklasifikasikan kepada kawasan tertentu .Peruasan imej akan membahagikan imej kepada kawasan - kawasan yang sama sifat (*homogenous*) berdasarkan kriteria – kriteria tertentu seperti paras kelabu, tekstur atau bentuk. Secara umumnya, terdapat 5 teknik peruasan[10] imej iaitu :

- i. Berasaskan kalsifikasi : menggunakan data tentang sesuatu piksel atau piksel – jirannya untuk mengklasifikasikan piksel kepada ruas – ruas tertentu.
Contoh : kaedah ambang (*thresholding*)
- ii. Berasaskan pinggir : meruaskan kawasan berdasarkan ketidaksinambungan ruang (*spatial discontinuity*) atau pengesanan pinggir.
Contoh : pengesanan dan penyambungan pinggir (*edge finding and linking*)
- iii. Berasaskan kawasan : meruaskan kawasan berdasarkan kesamaan ruang (*spatial similarity*) di antara piksel.
Contoh : pertumbuhan kawasan

- iv. Berasaskan bentuk : meruaskan kawasan berdasarkan bentuk object yang diruaskan.
Contoh : morfologi matematik dan pepadanan acuan (*template matching*)
- v. Kacukan (*Hybrid*) : gabungan dua atau lebih teknik – teknik di atas.

Dalam projek ini, algoritma peruasan imej yang telah digunakan ialah peruasan secara pengambangan.

2.4.1.1 Peruasan Secara Pengambangan

Pengambangan merupakan suatu kaedah peruasan yang paling mudah dan asas. Bahagian seterusnya akan menghuraikan dua kaedah peruasan secara pengambangan..

2.4.1.1.1 Pengambangan Satu Titik

Dalam teknik ini, pengguna akan membekalkan suatu nilai ambang dalam julat 0 hingga 255 untuk meruaskan imej. Nilai kecerahan di bawah nilai ambang input akan disetkan ke putih manakala nilai yang lainnya disetkan pula ke hitam.

2.4.1.1.2 Pengambangan Dua Titik

Teknik ini dibina bagi pengambangan imej yang mempunyai hanya beberapa lapis paras kelabu dimana imej tersebut tidak boleh dipisahkan terus kepada warna hitam dan putih. Sebagai contoh imej tersebut mungkin mempunyai paras kelabu daripada julat 0 hingga 65, 66 hingga 150, 150 hingga 225 dan 225 hingga 255. Jika objek yang dikehendaki berada pada kawasan paras kelabu di antara 150 hingga 225, maka dengan melaraskan nilai dua ambang pada 150 dan 225, piksel-piksel pada kawasan ini akan diset sebagai objek dan piksel di bawah nilai 150 serta di atas paras kelabu 225 akan diset sebagai latar belakang.

Untuk analisis secara automatik, pengguna tidak perlu memasukkan nilai ambang kerana nilai tersebut dikira secara automatik berdasarkan imej yang hendak dianalisis. Rumus untuk pengiraan nilai ambang ini diberi dalam persamaan 2.3 dibawah:

$$t2 = (tb/nb+to/no/2.0) \quad (2.3)$$

di mana 't2' adalah nilai ambang jika nilai ambang tidak bersamaan dengan purata paras kelabu imej. 'tb' ialah jumlah nilai paras kelabu bagi semua piksel di bawah purata paras kelabu imej. 'nb' pula ialah bilangan piksel di bawah purata paras kelabu imej. 'to' pula mewakili jumlah nilai paras kelabu bagi semua piksel di atas purata paras kelabu imej manakala 'no' adalah bilangan piksel diatas purata paras kelabu imej.

2.4.2 Algoritma Pengiraan Parasit Malaria

Sebelum proses pengiraan parasit dapat dijalankan, proses pengenalan (*identification*) parasit harus dilakukan dahulu. Oleh sebab setiap parasit berbeza dari segi saiz dan bentuk serta bertaburan lokasinya, maka teknik kelompok (*cluster*) telah digunakan. Proses pengiraan bilangan parasit malaria merupakan langkah terakhir dalam pemprosesan imej digital projek ini dimana keputusan akhir iaitu bilangan parasit malaria yang terdapat dalam imej sel arah akan dipaparkan.

2.4.2.1 Analisis Kelompok

Analisis kelompok ialah sejenis teknik analisis pelbagai variasi (*multivariate*) yang mengumpul maklumat pembolehubah supaya kumpulan yang sama sifat (*homogenous*) atau kelompok dapat dibentuk. Kumpulan kelompok yang dibentuk dengan kaedah ini biasanya sama sifat secara dalaman (*internally homogenous*), iaitu ahli – ahli dalam satu kelompok adalah sama manakala beza sifat secara luaran (*externally*

heterogenous), iaitu ahli – ahli kelompok sangat berlainan dari ahli – ahli kelompok yang lain.

Dalam projek ini, teknik kelompok digunakan untuk mengenalpasti, mengira dan mengklasifikasikan parasit malaria dalam imej. Parasit malaria adalah terdiri daripada sekumpulan piksel – piksel yang dikaitkan melalui penilaian tertentu. Dua jenis penilaian yang biasa digunakan ialah penilaian dari segi jarak piksel – piksel dalam sesuatu kelompok dan penilaian dari segi sifat – sifat tertentu piksel iaitu persamaan dari segi nilai paras kelabu, tekstur ataupun gradient. Di sini, jarak Euclidean telah digunakan untuk mengira jarak piksel – piksel dalam sesuatu kelompok.

2.4.2.2 Jarak Euclidean

Algoritma jarak Euclidean berfungsi mendapatkan jarak matematik untuk nilai min jarak di antara piksel – piksel dan mengklasifikasikan piksel – piksel tersebut ke kelompok yang paling berdekatan. Algoritma jarak Euclidean menggunakan langkah – langkah berikut [11] untuk menentukan garis diskriminasi (*line of discrimination*):

- i. Mengira nilai min untuk setiap set data, iaitu nilai purata koordinat x dan y .
- ii. Menentukan titik – titik dalam ruang semasa yang sama jarak dengan nilai min set data.
- iii. Titik – titik yang sama jarak dengan nilai min setiap set data menentukan garis diskriminasi (*line of discrimination*) yang memisahkan mereka.

- iv. Jarak di antara sebarang dua titik dalam ruang semasa ditentukan oleh persamaan 2.4 yang berikut :

$$d^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 \quad (2.4)$$

dengan d sebagai jarak Euclidean, titik p1 pada (x1,y1) dan titik p2 pada (x2,y2).

2.4.2.3 Cara Pengiraan Parasit Malaria

Asas algoritma kelompok [4] yang digunakan telah diubahsuai untuk mengesan piksel – piksel putih dengan paras kelabu bernilai 255. Ini disebabkan dalam projek ini, selepas pelaksanaan algoritma pengembangan, imej yang dihasilkan mempunyai dua paras kelabu sahaja iaitu 0 dan 255. Latar belakang imej yang tidak dikehendaki telah dihitamkan ke nilai paras kelabu 0 manakala nilai paras kelabu parasit malaria yang dikesan telah disetkan dengan nilai 255.

Sebelum algoritma kelompok diubah, algoritma asal adalah seperti persamaan 2.5 berikut :

$$\text{If (USERDATA [] [] != 0)} \quad (2.5)$$

Ini bermakna piksel – piksel dengan nilai paras kelabu selain dari 0 akan dipertimbangkan atau dalam kata lain , piksel – piksel dengan nilai paras kelabu 1 hingga 255 akan dipertimbangkan. Cara ini tidak sesuai untuk kes ini kerana imej yang dihasilkan oleh pemprosesan awal hanya mengandungi nilai paras kelabu 0 dan 255.

Selepas algoritma kelompok diubah, bahagian algoritma adalah seperti persamaan 2.6 berikut :

$$\text{If (USERDATA [] [] == 255)} \quad (2.6)$$

Ini bermakna hanya piksel – piksel dengan nilai paras kelabu 255 sahaja yang akan dipertimbangkan dalam proses pengiraan jarak Euclidean dan proses pengumpulan serta pengiraan kelompok.

Algoritma yang digunakan akan memeriksa setiap piksel sehingga piksel dengan nilai paras kelabu 255 dijumpai. Piksel kedua yang dijumpai akan dibandingkan dengan piksel pertama dengan jarak Euclidean. Saiz parasit malaria telah disetkan sebagai 50 dalam projek ini. Jika nilai Euclidean yang dikira kurang daripada saiz parasit malaria, piksel kedua akan digolongkan bersama piksel pertama. Jika nilai Euclidean yang dikira melebihi saiz parasit malaria, piksel yang kedua akan dianggap sebagai ahli kelompok yang berlainan. Proses ini berterusan sehingga semua piksel bernilai 255 dipertimbangkan.

2.5 Perisian

Perisian yang digunakan bagi melaksanakan projek ini ialah *Borland C++ Builder v5.0*. Bahasa pengaturcaraan C++ telah direkabentuk dan dipertingkatkan dengan pesatnya sejak komputer mula diperkenalkan dan bahasa C++ merupakan bahasa pengaturcaraan yang paling popular. Ia menggunakan pengaturcaraan objek berkait (*Object Oriented Programming, OOP*) untuk membina suatu projek. *Object Oriented Programming (OOP)* ataupun pengaturcaraan objek berkait adalah satu disiplin dalam pengaturcaraan di mana ia tidak terikat dengan hanya satu bahasa pengaturcaraan. Secara teori, hampir semua bahasa pengaturcaraan boleh menggunakan OOP, tetapi secara praktikal, pengaturcara hanya menggunakannya dalam bahasa yang direka untuk tujuan OOP sahaja [2].

2.5.1 *Borland C++ Builder v5.0*

Borland C++ Builder v5.0 merupakan perisian yang menyediakan persekitaran pembangunan bersepadu yang juga dikenali sebagai IDE. Persekitaran ini menyediakan semua alatan yang diperlukan untuk merekabentuk, membangun, menguji, menyahpejijat (*debug*) dan mengatur kedudukan aplikasi.

Rajah 2.6 menunjukkan antaramuka perisian *Borland C++ Builder 5.0*. *Borland C++ Builder v5.0* mempunyai perpustakaan komprehensif dan ia merupakan suatu produk *Rapid Application Development* (RAD) yang berdasarkan bahasa pengaturcaraan C++. RAD membolehkan pengguna membangunkan aplikasi tettingkap dengan cepat. Ciri ini juga berupaya menghasilkan antaramuka program secara tarik dan letak (*drag and drop*) di mana komponen – komponennya adalah boleh suai dan boleh dilokasi dalam borang perisian dengan mudah. Komponen – komponen boleh disaiz semula, diubah atau ditambah semasa perisian dibangunkan.